


**NEUROERGONOMIA SUSTENTÁVEL: MINIMIZANDO ERROS E MAXIMIZANDO EFICIÊNCIA NA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS**

**SUSTAINABLE NEUROERGONOMICS: MINIMIZING ERRORS AND MAXIMIZING EFFICIENCY IN THE SELECTIVE COLLECTION OF INDUSTRIAL WASTE**

**NEUROERGONOMÍA SOSTENIBLE: MINIMIZANDO ERRORES Y MAXIMIZANDO LA EFICIENCIA EN LA RECOGIDA SELECTIVA DE RESIDUOS INDUSTRIALES**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-051>

**Data de submissão:** 04/09/2025

**Data de publicação:** 04/10/2025

**Wellington Silva Fernandes**

Graduação em Gestão da Produção Industrial

Instituição: Faculdade Tecnologia São José dos Campos

E-mail: usfernandes.74@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

**David Felipe Alves dos Santos**

Graduação em Gestão da Produção Industrial

Instituição: Faculdade Tecnologia São José dos Campos

E-mail: davidfelipe2707@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8198-666X>

**Marcello Pereira Benevides**

Mestrando em Engenharia Mecânica

Instituição: Universidade de Taubaté

E-mail: marcello.benevides@sp.senai.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2683-2275>

**Márcia Regina de Oliveira**

Doutora em Desenvolvimento Urbano

Instituição: Universidade de Taubaté

E-mail: oliveira.marcia@unitau.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9462-9445>

**Blaha Gregory C. S. Goussain**

Doutor em Engenharia de Produção

Instituição: Unesp de Guaratinguetá

E-mail: blaha.goussain@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6325-9410>

**Roque Antônio de Moura**

Doutor em Engenharia Biomédica

Instituição: Fatec São José dos Campos

E-mail: roque.moura@fatec.sp.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3036-7116>

## RESUMO

Em um cenário industrial onde a sustentabilidade e a eficiência são fatores importantíssimos, a neuroergonomia surge como uma abordagem inovadora para otimizar processos. A neuroergonomia como disciplina multidisciplinar integra a área da neurociência e a ergonomia para entender como o cérebro humano interage com o ambiente, especificamente nesta pesquisa, no labor. Para se obter uma manufatura sustentável há desafios a serem enfrentados como a eficiência operacional e a minimização de erros humanos, especialmente quando o tema é sensível como a coleta seletiva de lixo e resíduos industriais. Esta pesquisa objetiva a aplicação da neuroergonomia, integrando neurociência e ergonomia, para otimizar a interação cérebro e ambiente, reduzindo a carga cognitiva e aumentando a precisão e segurança. A metodologia contou com uma abordagem exploratória revisando literaturas e publicações alusivas ao tema. A escolha do assunto foi motivada pela necessidade de se conhecer e compreender a prática na coleta de resíduos e descartá-los de forma legal. Os resultados esperados contribuem para a sustentabilidade industrial e segurança ocupacional, preenchendo lacunas na aplicação de neuroergonomia em contextos industriais em uma atividade tão sensível e restrita. Conclui-se que esta pesquisa contribui com a reflexão em buscar entender a regulamentação e tratamentos corretos que assegurem a humanidade uma maior percepção ecológica e que atenda aos objetivos de desenvolvimento sustentável do planeta.

**Palavras-chave:** Neuroergonomia. Sustentabilidade. Coleta Seletiva. Ergonomia. Eficiência.

## ABSTRACT

In an industrial setting where sustainability and efficiency are paramount, neuroergonomics emerges as an innovative approach to process optimization. As a multidisciplinary discipline, neuroergonomics integrates neuroscience and ergonomics to understand how the human brain interacts with the environment, specifically in this research, in the workplace. Achieving sustainable manufacturing requires addressing challenges such as operational efficiency and minimizing human error, especially when the topic is as sensitive as the selective collection of waste and industrial waste. This research aims to apply neuroergonomics, integrating neuroscience and ergonomics, to optimize brain-environment interaction, reducing cognitive load and increasing accuracy and safety. The methodology used an exploratory approach, reviewing literature and publications related to the topic. The choice of the topic was motivated by the need to understand and understand the practices of waste collection and legal disposal. The expected results contribute to industrial sustainability and occupational safety, filling gaps in the application of neuroergonomics in industrial contexts for such a sensitive and restricted activity. It is concluded that this research contributes to the reflection on seeking to understand the correct regulations and treatments that ensure humanity has a greater ecological awareness and that meet the planet's sustainable development goals.

**Keywords:** Neuroergonomics. Sustainability. Selective Collection. Ergonomics. Efficiency.

## RESUMEN

En un entorno industrial donde la sostenibilidad y la eficiencia son primordiales, la neuroergonomía surge como un enfoque innovador para la optimización de procesos. Como disciplina multidisciplinar, la neuroergonomía integra la neurociencia y la ergonomía para comprender cómo el cerebro humano interactúa con el entorno, específicamente en esta investigación, en el lugar de trabajo. Lograr una fabricación sostenible requiere abordar desafíos como la eficiencia operativa y la minimización del error humano, especialmente en un tema tan delicado como la recogida selectiva de residuos industriales. Esta investigación busca aplicar la neuroergonomía, integrando la neurociencia y la ergonomía, para optimizar la interacción cerebro-entorno, reduciendo la carga cognitiva y aumentando la precisión y la seguridad. La metodología empleó un enfoque exploratorio, revisando la literatura y

publicaciones relacionadas con el tema. La elección del tema estuvo motivada por la necesidad de comprender las prácticas de recogida y eliminación legal de residuos. Los resultados esperados contribuyen a la sostenibilidad industrial y la seguridad laboral, cubriendo las lagunas en la aplicación de la neuroergonomía en contextos industriales para una actividad tan sensible y restringida. Se concluye que esta investigación contribuye a la reflexión sobre la búsqueda de comprender las regulaciones y los tratamientos adecuados que garanticen una mayor conciencia ecológica de la humanidad y cumplan con los objetivos de desarrollo sostenible del planeta.

**Palabras clave:** Neuroergonomía. Sostenibilidad. Recogida Selectiva de Residuos. Ergonomía. Eficiencia.

## 1 INTRODUÇÃO

A fundamentação teórica da neuroergonomia baseia-se na convergência de múltiplas disciplinas, incluindo neurociências cognitivas, psicologia experimental e engenharia de fatores humanos cuja integração multidisciplinar possibilita uma compreensão mais profunda de como o cérebro humano processa informações (Costa *et al.*, 2025) e orienta comportamentos de desempenho no ambiente laboral (Parasuraman; Rizzo, 2007; Tyagi; Mehta, 2022).

Esta pesquisa focou na aplicação de princípios neuroergonômicos (Antônio *et al.*, 2024) na coleta seletiva de resíduos industriais propondo melhorias operacionais, como base na integração de conhecimentos da neurociência cognitiva combinada as práticas ergonômicas tradicionais que resultaram em um modelo sistêmico (Ajoudani *et al.*, 2017) capaz de otimizar simultaneamente a eficiência, precisão e bem-estar dos operadores durante a triagem e seleção dos resíduos.

A abordagem ergonômica convencional tem historicamente se concentrado na biomecânica, postura e esforço físico, resultando em melhorias significativas na prevenção de lesões musculoesqueléticas. Contudo a tomada de decisão rápida, como a separação de resíduos em uma esteira, a carga cognitiva se torna um fator limitante tão ou mais importante que a carga física (Parasuraman; Rizzo, 2007).

A gestão de resíduos industriais representa um dos pilares da sustentabilidade corporativa e da economia circular no século XXI. A crescente pressão regulatória e social por práticas ambientalmente responsáveis compele as indústrias a otimizarem seus processos, sendo a coleta seletiva uma etapa fundamental (Geng *et al.*, 2017).

Os princípios da neuroergonomia aplicados na coleta seletiva de resíduos em ambientes industriais pode minimizar erros de triagem e otimizar segurança e produtividade como a adoção de leiaute simples e a codificação por cores para reduzir a demanda cognitiva durante a separação de recicláveis, o que contribui para redução de erros de descarte, maior aderência aos procedimentos e melhoria do desempenho atencional.

Segundo Mehta e Parasuraman (2013) integrar neurociências e ergonomia para otimizar processos industriais, alinha-se às demandas por sustentabilidade e segurança possibilitando mensurar a carga cognitiva e o foco atencional dos operadores durante a coleta seletiva, otimizar a seleção usando cores, formas e leiautes das lixeiras e painéis de controle com pausas estratégicas e rotação de tarefas.

Segundo Parasuraman (2003), a aplicação da neuroergonomia sustentável visando minimizar erros e maximizar a eficiência na coleta seletiva de resíduos industriais em ambientes industriais embora promissora, ainda é incipiente (Figura 1).

A literatura pesquisada encontrou focos em domínios de alto risco, como controle de tráfego aéreo, pilotagem de aeronaves e salas de cirurgia, onde o erro humano tem consequências catastróficas (Parasuraman; Rizzo, 2007).

Figura 1. Resíduos sólidos industriais.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A eficiência nesta fase não apenas contribui para a conformidade ambiental, mas também gera valor econômico através da recuperação de materiais. No entanto, a eficácia desta atividade depende intrinsecamente do desempenho humano, que é suscetível a erros, lapsos de atenção e fadiga (García-Acosta *et al.*, 2021).

Socialmente, a melhoria na precisão da coleta seletiva impacta diretamente a cadeia de reciclagem, reduzindo a contaminação de materiais e o volume de resíduos destinados a aterros (Zeng *et al.*, 2021).

Academicamente, o estudo avança na aplicação de uma disciplina emergente, a neuroergonomia, em um contexto industrial prático e pouco explorado, oferece sistemas de trabalho mais inteligentes e adaptativos com organização das rotinas na coleta seletiva onde a precisão é ditada por frações de segundo de atenção e decisão (Hancock; Desmond, 2001; Oliveira *et al.*, 2025; Ma *et al.*, 2012).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Parasuraman e Rizzo (2007) estabeleceram os fundamentos conceituais da neuroergonomia, definindo-a como o estudo do cérebro humano em relação à performance em ambientes naturais e artificiais.

A teoria da carga cognitiva, desenvolvida por Sweller (1988) e posteriormente refinada por diversos pesquisadores, constitui um pilar fundamental para a compreensão dos processos mentais na coleta seletiva.

A capacidade de processamento da memória de trabalho é limitada, e que postos de trabalho inadequados podem sobrecarregar esta capacidade, resultando em diminuição da performance e aumento de erros ou que é propício para aplicação destes conhecimentos na gestão sustentável de resíduos industriais (Reardon *et al.*, 2019).

Nesse sentido, ao se abordar a carga cognitiva, interfaces e fadiga, esta pesquisa inova propondo soluções práticas e inovadoras para um problema industrial crítico, com impactos diretos na sustentabilidade e segurança ocupacional possibilitando monitorar e identificar sobrecarga mental e fadiga, que impactam diretamente a eficiência em tarefas repetitivas (Parasuraman; Rizzo, 2007; Dawson; McCulloch, 2018; Emmatty; Panicker; Baradwaj, 2021).

A neuroergonomia, que combina neurociências e ergonomia, oferece uma perspectiva holística ao analisar como o cérebro processa demandas do ambiente de trabalho. Diferentemente da ergonomia física, focada em posturas e movimentos, a neuroergonomia examina fatores cognitivos, como atenção, tomada de decisão e fadiga, que são críticos em tarefas repetitivas e de alta precisão, como a separação de resíduos (Mehta; Parasuraman, 2013).

Esta pesquisa objetiva divulgar premissas para um ambiente de trabalho mais seguros e produtivo, contribuindo para a saúde ocupacional e a sustentabilidade ambiental. A aplicação da neuroergonomia otimiza processos industriais, reduzindo desperdícios e custos operacionais, enquanto academicamente avança no campo da ergonomia cognitiva (Hasanain, 2024).

Uma lacuna significativa na literatura é a integração dos princípios neuroergonômicos em processos de coleta seletiva de resíduos ao se reconhecer que a fadiga cognitiva compromete a precisão em tarefas de classificação e seleção dos resíduos (Emmatty; Panicker; Baradwaj, 2021).

A coleta seletiva, por sua natureza repetitiva e cognitivamente demandante, é um campo ideal para testar intervenções neuroergonômicas e na sua capacidade de gerar impactos mensuráveis, como a redução de erros e o aumento da eficiência, que são críticos para a competitividade industrial e a sustentabilidade (Stöckert; Bogner, 2020; Wascher *et al.*, 2021).



## 2.1 TRABALHO SUSTENTÁVEL NA COLETA DE RESÍDUOS

O trabalho sustentável é um pilar estratégico para atender às demandas globais por responsabilidade ambiental e eficiência econômica (Benevides *et al.*, 2025) e que deve alinhar-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), especialmente a ODS 12 que zela pelo consumo e produção responsáveis. A coleta seletiva de resíduos industriais (Figura 2) frequentemente comprometida por erros humanos decorrentes de alta carga cognitiva e fadiga mental resultam em contaminação de materiais recicláveis e riscos ocupacionais (Fargnoli; Lombardi; Puri, 2018).

Figura 2. Ambiente simulado de coleta seletiva de resíduos.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Fatores humanos são responsáveis por incidentes o que reforça a necessidade de abordagens que considerem a interação cérebro-ambiente, especialmente em processos como a gestão de resíduos (Cunha *et al.*, 2021; Hasanain, 2024).

Reconhecer que a integração dos princípios da neuroergonomia na produção sustentável é subexplorada, pois nas organizações, o foco está na ergonomia física, negligenciando aspectos cognitivos, o que limita a eficiência em processos como a coleta seletiva (Fargnoli; Lombardi; Puri, 2018).

Na coleta seletiva, geralmente trabalho manual há um aumento progressivo da taxa de erros de classificação ao longo do turno. A neuroergonomia oferece recursos para detectar os primeiros sinais de fadiga mental, possibilitando intervenções como micropausas ou rotação de tarefas para

restaurar os recursos cognitivos antes que o desempenho seja comprometido (Tucker *et al.*, 2010; Dehais *et al.*, 2020).

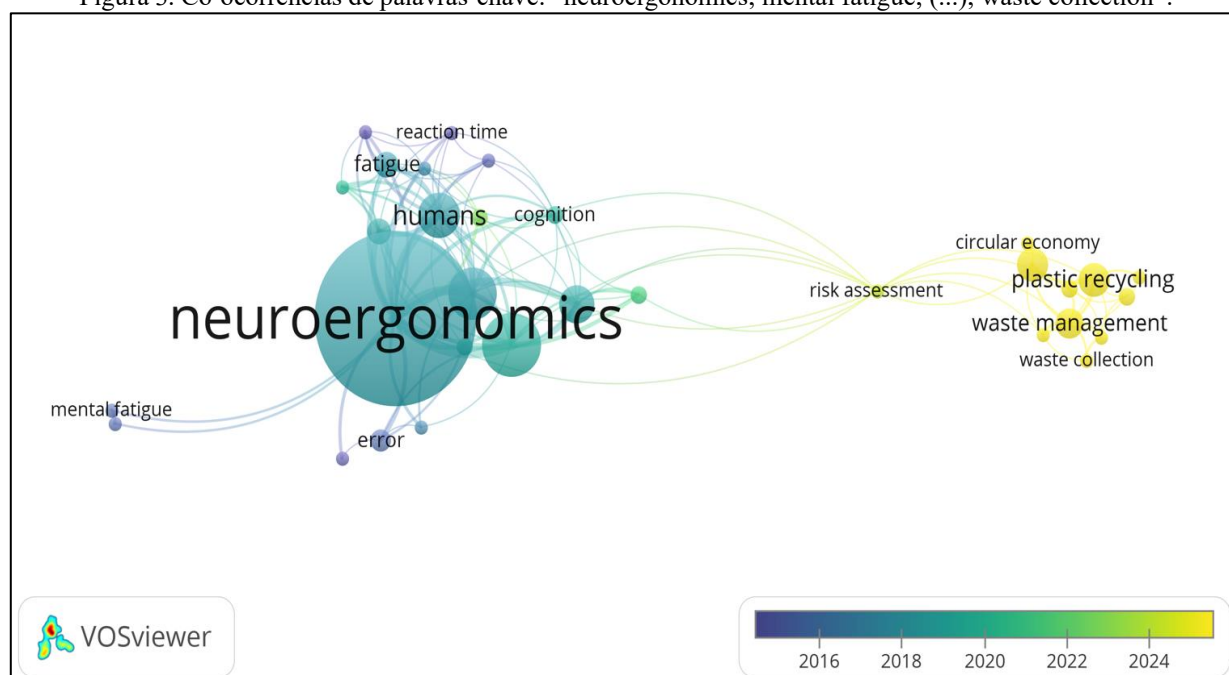
### 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa caracteriza-se como exploratória e bibliográfica (Miguel *et al.*, 2018). Contou com uma abordagem exploratória revisando literaturas e publicações alusivas ao tema. A escolha do assunto foi motivada pela necessidade de se conhecer e compreender a prática na coleta de resíduos e como os princípios neuroergonômicos podem aumentar o desempenho da força laboral humana.

A Figura 3 ilustra como a pesquisa usando as palavras-chave “*neuroergonomics; mental fatigue; circular economy; risk assessment; waste collection*” se correlacionam aos tópicos como fadiga, erro e tempo de reação (Rufino *et al.*, 2025). As esferas grandes na cor roxa mostram que o foco inicial nos anos 2016-2020 era o desempenho humano e o erro.

As esferas amarelas marcam os tópicos mais recentes de 2022-2024 que incluem reciclagem de plástico, economia circular e gestão de resíduos, ou seja, o que antes era apenas sobre como a fadiga agora está se expandindo para entender como o cérebro afeta o risco e a tomada de decisões em contextos ambientais e de sustentabilidade.

Figura 3. Co-ocorrências de palavras-chave: “*neuroergonomics; mental fatigue; (...); waste collection*”.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).



O mapa ilustra uma evolução temporal e temática. O campo da neuroergonomia focado em desempenho cognitivo e fadiga está começando a fazer conexões via avaliação de risco com aplicações mais contemporâneas e ambientais, como a economia circular e a gestão de resíduos (Moura *et al.*, 2025).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 APLICAÇÃO PRÁTICA

As soluções adotadas são embasadas no redesenho da *interface* do posto de trabalho com bancada ajustável (Da Silva Filho *et al.*, 2025) e códigos de cores, formas e ícones para reduzir a carga cognitiva na identificação de resíduos, aliado a um protocolo de pausas estratégicas para gerenciar a fadiga mental (De Moura *et al.*, 2025) e sustentar o desempenho atencional conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4. Redesenho da interface do posto de trabalho.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

### 4.2 CORRELAÇÃO DA NEUROERGONOMIA COM AS METAS DA ODS

Correlação da temática da neuroergonomia sustentável aplicada à coleta seletiva de resíduos industriais com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, especialmente aqueles focados em produção, consumo e trabalho decente são mostardas no Quadro 1.

Quadro 1. Correlação da neuroergonomia com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2025).

ODS	Meta	Correlação da ODS com a Neuroergonomia
8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	A neuroergonomia possibilita ambientes de trabalho mais seguros e protegidos. Uma operação mais eficiente e menos propensa a erros na coleta de resíduos industriais reduz acidentes de trabalho e doenças.
9	Indústria, Inovação e Infraestrutura	A neuroergonomia otimiza o fluxo de trabalho com estações de separação e coleta mais atuais e modernas. A infraestrutura possibilita processos limpos e corretos na gestão de resíduos industriais.
12	Consumo e Produção Responsáveis	A neuroergonomia sustentável minimiza erros e maximiza a eficiência na coleta seletiva. Reuso e reciclagem em vez de descarte contribui de forma substancial para o cumprimento desta meta.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A aplicação dos princípios da neuroergonomia em atividades de coleta seletiva de resíduos industriais possibilita ir além da simples análise física do trabalho. Em vez de focar apenas no movimento dos braços e na postura é necessário também considerar a carga cognitiva, o foco atencional e a tomada de decisão dos operadores (Moura *et al.*, 2021; Nuamah; Mehta, 2020).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se concentrou na aplicação da neuroergonomia sustentável para otimizar a coleta seletiva de resíduos industriais visando a minimização de erros e a maximização da eficiência humana embasando-se na integração da neurociência e da ergonomia. Em processos de coleta seletiva de resíduos industriais, pequenas falhas perceptivas e de julgamento geram erros de descarte com custos ambientais e produtivos significativos.

Esta pesquisa encontrou na literatura que a coleta seletiva como uma tarefa repetitiva e de alta carga cognitiva tem lapsos de atenção e erros de julgamento que acarretam custos ambientais e retrabalhos. O foco somente na ergonomia puramente física precisa mudar, campo em que a neuroergonomia alcança a dimensão cognitiva, avaliando como estados mentais, atenção e tomada de decisão impactam o desempenho, embora ainda sendo incipiente em contextos de coletas e resíduos industriais, especialmente na gestão de resíduos, mas se alinha perfeitamente com a busca por manufatura sustentável e segurança ocupacional.

As intervenções práticas propostas e testadas envolveram o redesenho da interface do posto de trabalho, incluindo bancadas ajustáveis e a implementação de lixeiras com tripla codificação (cor, forma e ícone) para reduzir a demanda cognitiva na identificação dos resíduos. Também foi elaborado um protocolo para gerenciar a fadiga mental com a introdução estratégica de pausas e rotação de tarefas planejadas para sustentar o desempenho atencional e restaurar recursos cognitivos e manter a acuracidade da precisão.

Conclui-se que esta pesquisa confirma que a aplicação da neuroergonomia em atividades de coleta seletiva de resíduos industriais é rara, mas se adotada, vai além da análise física, oferecendo um modelo eficaz para a produção sustentável. Os resultados esperados contribuem para a reflexão em buscar regulamentações e tratamentos corretos, promovendo uma maior percepção ecológica e atendendo aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, especialmente o ODS 12 que tem como meta o consumo e produção responsáveis.

Como trabalho futuro sugere-se o uso de dispositivos “*wearables*” e não invasivos durante as atividades de coleta, triagem e no descarte dos resíduos sólidos não recicláveis.

## REFERÊNCIAS

- AJOUDANI, A., ZANCHETTIN, A. M., IVALDI, S., ALBU-SCHÄFFER, A., KOSUGE, K., & KHATIB, O. (2017). **Progress and prospects of the human–robot collaboration**. V. 42, n. 5, p. 957–975, 2017. DOI: 10.1007/s10514-017-9677-2.
- ANTÔNIO, M. R., REGINA, O. M., GOUSSAIN, B. G. C. S., SILVA, M. B. (2024). **Neuroergonomics approach in the workplace aiming to standardize movements and increase workers' sense of well-being**. 24(10), 472–482. <https://doi.org/10.53660/CLM-3313-24H27> . Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/380676370\\_Neuroergonomics\\_approach\\_in\\_the\\_workplace\\_aiming\\_to\\_standardize\\_movements\\_and\\_increase\\_workers'\\_sense\\_of\\_well-being/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/380676370_Neuroergonomics_approach_in_the_workplace_aiming_to_standardize_movements_and_increase_workers'_sense_of_well-being/citation/download)
- BENEVIDES, K. D. G.; BENEVIDES, P. P.; BENEVIDES, M. P.; VIAGI, A. F.; MOURA, R. A. (2025). **Neuroengenharia: uma pesquisa sobre Inteligência Artificial em um posto de trabalho compartilhado entre humano e máquina**. Revista Exatas, [S. l.], v. 31, n. 2, 2025. DOI: 10.69609/1516-2893.2025.v31.n2.a4017. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/4017>
- COSTA, J. C. L.; SANTOS, D. F. A.; OLIVEIRA, M. R. de; MOURA, R. A. (2025). **Aprendizagem com solução de problemas reais para aprimoramento discente na injunção socioprofissional**. Revista CLCS, [S. l.], v18, n 2, p. e15288, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.2-100. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/15288> Acesso em: 8 set. 2025.
- CUNHA, I. O. J.; JUNIOR, I. A. C.; MOURA, G. G.; MOURA, R. A.; SILVA, M. B. **Segurança e ergonomia para força laboral feminina na interação com máquinas colaborativas**. Revista Sodebras. Volume 16. Nº 187. Julho/2021. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.187.08>
- DA SILVA FILHO, A. L.; BENEVIDES, M. P.; NOHARA, E. L.; DE MOURA, R. A. (2025). **Engenharia mecânica na construção de máquina-ferramenta portátil para usinar peças de até 1200 milímetros de diâmetro**. ARACÊ, [S. l.], v7, n7, p.40298–40314. DOI: 10.56238/arev7n7-295. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/6788> . Acesso: 28ago2025.
- DAWSON, D.; MCCULLOCH, K. Fatigue and its management in the workplace. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 96, p. 234-242, 2018. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2018.10.024
- DE MOURA, R. A.; BENEVIDES, M. P.; RUFINO, L. J. G. C.; DIAS, M. V. S.; SILVA, M. B. **Neuroergonomia no controle de voo com tecnologia embarcada fly-by-wire e artificial feel para um melhor feedback háptico**. ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 9, p. e8071, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-139. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8071>. Acesso em: 1 out. 2025.
- DEHAIS, F.; LAFONT, A.; ROY, R.; FAIRCLOUGH, S. **A neuroergonomics approach to mental workload, engagement and human performance**. *Frontiers in Neuroscience*, v. 14, p. 268, 2020. doi:10.3389/fnins.2020.00268

EMMATY, F. J.; PANICKER, V. V.; BARADWAJ, K. C. **Ergonomic evaluation of worktable for waste sorting tasks using digital human modelling.** *Applied Ergonomics*, v. 94, p. 103146, 2021. DOI: 10.1016/j.ergon.2021.103146

FARGNOLI, M.; LOMBARDI, M.; PURI, D. **Ergonomics and human factors in waste collection: Analysis and suggestions for the door-to-door method.** *IFAC-PapersOnLine*, v. 51, n. 18, p. 123-128, 2018. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.08.443

GARCÍA-ACOSTA, A.; DE LA RIVA, J.; SANCHEZ, J.; REYES-MARTÍNEZ, R. (2021). **Neuroergonomics stress assessment with two different methodologies, in a manual repetitive task-product assembly.** *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2021. 1-13. DOI: 10.1155/2021/5561153.

GENG, Y., FU, J., SARKIS, J., & XUE, B. (2017). **Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis.** *Journal of Cleaner Production*, 161, 1056-1065. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.015>

HANCOCK, P. A., & DESMOND, P. A. (2001). *Stress, workload, and fatigue*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

HASANAIN, B. **The role of ergonomic and human factors in sustainable manufacturing: A review.** *Machines*, v. 12, n. 3, p. 159, 2024. DOI: 10.3390/machines12030159

MA, QINGGUO; JI, WENJING; FU, HUIJIAN; BIAN, JUN (2012). **Neuro-industrial engineering: the new stage of modern IE - from a human-oriented perspective.** *International Journal of Services Operations and Informatics*, 7(2/3), 150. DOI:10.1504/IJSOI.2012.051398

MEHTA, R. K.; PARASURAMAN, R. (2013). **Neuroergonomics: A review of applications to physical and cognitive work.** *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 7, p. 889, 2013. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00889

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. 2018. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** 3ª Edição. Rio de Janeiro: Editora GEN LTC. 2018. ISBN 978-853529134-6. ISBN 13 – 978-8535291346.

MOURA, R. A.; BENEVIDES, K. D. G.; BENEVIDES, M. P.; RICHETTO, M. R. S.; SOUSA, V. J.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. B. (2024). **Princípios de manutenção de aeronaves e neuroergonomia: uma combinação tecnológica de sucesso.** *RGSA*, São Paulo, v. 11, pág. e09560, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n11-137. Disponível <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/9560>

MOURA, R. A.; MONTEIRO, V. L.; GALVÃO JUNIOR, L. C.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. B. **Logística humanitária: tecnologias digitais de comunicação na gestão de riscos de desastres.** *Latin American Journal of Business Management, [S. l.]*, v. 15, n. 1, 2024. DOI: 10.69609/2178-4833.2024.v15.n1.a775. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/775>



MOURA, R., MARQUES, D., COSTA, J., & SILVA, M. (2021). **A urbanidade da higiene ocupacional na era digital e social da antecipação e prevenção.** 2021. Sodebras 16(184), 29-33. ISSN 1809-3957. <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.29>

NUAMAH, J. K., MEHTA, R. K. (2020). **Neuroergonomics applications in information visualization.** in: Nam, c. (eds) neuroergonomics. cognitive science and technology. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34784-0\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34784-0_21)  
ODS. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. 2025. Disponível em: <https://unitau.me/ods-cicted2025>

OLIVEIRA, M. R.; BENEVIDES, K. D. G.; RUFINO, L. J. G. C.; SANTOS, D. F. A.; BENEVIDES, M. P.; MOURA, R. A. (2025). **Direito Digital e sua limitação no uso da inteligência artificial hodierna: um ponto para reflexão e ações requeridas.** CLCS, [S. l.], v. 18, n. 7, p. e19679, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.7-341. <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/19679>

PARASURAMAN, R. (2003). **Neuroergonomia: pesquisa e prática. Questões teóricas.** Ergonomics Science. 4, 5–20. DOI: <https://doi.org/10.1080/14639220210199753>

PARASURAMAN, R.; RIZZO, M. **Neuroergonomics: The brain at work.** Oxford: Oxford University Press, 2007. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195177619.001.0001

REARDON, S., ZHANG, P., & CAUWENBERGHE, N. V. (2019). **The application of neuroergonomics in complex sociotechnical systems.** Applied Ergonomics, 77, 14-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.01.003>

RUFINO, L. J. G. C.; BENEVIDES, M. P.; BENEVIDES, K. D. G.; DOS SANTOS, D. F. A.; PISCIOTTA, A.; RICETTO, M. R. S.; DE OLIVEIRA, M. R.; DE MOURA, R. A. **Inteligência artificial para a otimização de código do sandbox até a performance coletiva: uma análise qualitativa.** ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 9, p. e7781, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-036. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/7781>. Acesso em: 1 out. 2025.

STÖCKERT, A.; BOGNER, F. X. **Cognitive learning about waste management: How relevance and interest influence long-term knowledge.** *Education Sciences*, v. 10, n. 4, p. 102, 2020. DOI: 10.3390/educsci10040102

SWELLER, J. (1988). **Cognitive load during problem solving effects on learning.** *Cognitive Science*, 12, 257–285.

TUCKER, P., BEJEROT, E., KECKLUND, G., & ÅKERSTEDT, T. (2010). **The impact of work time and work-related stress on the daily sleep patterns of female hospital workers.** *Journal of Occupational Health*, 52(4), 232-239. <https://doi.org/10.1539/joh.O9002>

TYAGI O.; MEHTA R. K. **Mind over body: A neuroergonomics approach to assessing motor performance under stress in older adults.** Applied Ergonomics. 2022. PMID: 35086006. 101:103691. DOI: 10.1016/j.apergo.2022.103691.

WASCHER, E. et al. Neuroergonomics on the go: **An evaluation of the potential of mobile EEG for workplace assessment and design**. *Human Factors*, v. 65, n. 1, p. 86-106, 2021. DOI: 10.1177/00187208211007707

ZENG, X., YANG, Y., LI, J., & YUAN, H. (2021). **A review of waste sorting in China: Policies, practices**, and challenges. *Waste Management*, 127, 11-21.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.004>